

Artur Igor Bień

Katedra i Klinika Chorób Metabolicznych Collegium Medicum Uniwersytetu Jagiellońskiego w Krakowie

# Wyrównanie metaboliczne a czynność mioelektryczna żołądka w badaniu elektrogastrograficznym u chorych na cukrzycę typu 1

Gastric myoelectrical activity in electrogastrographical examination  
and metabolic control in diabetic type 1 patients

## STRESZCZENIE

**WSTĘP.** Celem niniejszej pracy była analiza wpływu wyrównania metabolicznego u chorych na cukrzycę typu 1, oceniana na podstawie stężenia  $\text{HbA}_{1c}$ , na czynność mioelektryczną żołądka w badaniu elektrogastrograficznym.

**MATERIAŁ I METODY.** Badanie przeprowadzono u 106 chorych na cukrzycę typu 1. Badania elektrogastrograficzne pozwoliły na ustalenie procentowego udziału częstotliwości w przedziałach 1,8–15 cykli/min [c./min]. Przedmiotem badania był procentowy udział częstotliwości w zakresie 2–4 cykli/min. Do dalszych badań otrzymane wyniki podzielono na 2 przedziały klasowe dla okresu przedposiłkowego (*pre*) i dla okresu poposiłkowego (*post*), opierając się na wyliczonych wartościach średnich procentowego udziału częstotliwości C w okresie przed- i poposiłkowym dla całej badanej populacji. Ponadto dokonano oceny zapisu elektrogastrograficznego na podstawie parametrów: PDF, PDP, DFIC, DPIC. Wszystkie powyższe parametry rozpatrywano oddzielnie dla okresów przedposiłkowego i poposiłkowego. Podczas badania oznaczano stężenie  $\text{HbA}_{1c}$  i na podstawie otrzymanych wyników

pacjentów podzielono na dwie grupy: z  $\text{HbA}_{1c} \leq 7,5\%$  oraz  $\text{HbA}_{1c} > 7,5\%$ .

**WYNIKI.** Potwierdzono wzajemne zależności parametrów zapisu elektrogastrograficznego z jego częstotliwością, jak również z wartością  $\text{HbA}_{1c}$ . Przy niskich wartościach hemoglobiny glikowanej ( $\text{HbA}_{1c} \leq 7,5\%$ ), wysokich wartościach *post* C(2–4) c./min wartości parametrów DFIC, PDF, DPIC, PDP zachowują się podobnie jak u pacjentów w grupie C1, z przedziału niskich stężeń  $\text{HbA}_{1c}$ . Przy wysokich stężeniach hemoglobiny glikowanej ( $\text{HbA}_{1c} > 7,5\%$ ) oraz niskich wartościach *post* C(2–4) c./min wartości parametrów DPIC i PDP zachowują się podobnie jak u pacjentów w grupie C1 o wysokim stężeniu hemoglobiny glikowanej.

**Słowa kluczowe:** elektrogastrografia, cukrzyca typu 1, czynność mioelektryczna żołądka, hemoglobina glikowana

## ABSTRACT

**INTRODUCTION.** The goal of the study was to assess the influence of metabolic control in diabetes 1 patients, assessed by means of the glycated haemoglobin value, on gastric myoelectric activity in a electrogastrographical examination.

**MATERIAL AND METHODS.** The study was performed on 106 patients with diabetes type 1. The electrogastrographical examination allowed us to determine the percentage share of frequencies in the ranges

Adres do korespondencji: dr med. Artur Igor Bień  
Katedra i Klinika Chorób Metabolicznych  
Collegium Medicum UJ  
ul. Kopernika 15, 31-501 Kraków  
Tel.: (0 12) 424 83 01  
Diabetologia Praktyczna 2007, tom 8, 12, 445–453  
Copyright © 2007 Via Medica  
Nadesłano: 03.12.2007 Przyjęto do druku: 19.12.2007

from 1.8 to 15 cycles/min. The percentage share of frequencies in the range of 2–4 cycles/min was the object of this study. For further study the results were divided into two classes for the preprandial and postprandial period, based on the calculated mean percentages frequencies share. The electrogastrographic parameters: Period Dominant Frequency, Period Dominant Power, Dominant Frequency Instability Coefficient, Dominant Power Instability Coefficient were assessed. The patients were divided in two groups accordingly to the value of glicated haemoglobin, with values  $\leq 7.5\%$ , and  $> 7.5\%$ . **RESULTS.** Confirmed the mutual relationships between the electrogastrographic record and recording frequency, and with the glicated haemoglobin value. Low glicated haemoglobin values, high percentages share of frequencies in the range of 2–4 cycles/min in postprandial period, caused that the electrogastrographic parameters behave similarly as in patients with normal/near normal electrogastrographic function, with low glicated haemoglobin value. In group with high glicated haemoglobin values and low percentages share of frequencies in the range of 2–4 cycles/min in postprandial period, electrogastrographic parameters behave similarly as in patients with normal/near normal electrogastrographic function and, with high glicated haemoglobin.

**Key words:** diabetes type 1, electrogastrography, gastric myoelectric activity, glicated haemoglobin

## Wstęp

Częstość występowania zaburzeń motoryki przewodu pokarmowego u pacjentów z długotrwałą cukrzycą ( $> 15$  lat) jest oceniana według różnych badań na około 60% [1–3]. Wartość ta wskazuje nie tylko na powszechność występowania tego powikłania cukrzycy, ale świadczy również o dużej zmienności szybkości opróżniania zawartości żołądka w populacji ogólnej [3, 4].

Objawy zgłaszane przez pacjentów są najczęściej mało charakterystyczne i obejmują: czkawkę, nudności, brak łaknienia oraz najpoważniejszy i najbardziej uciążliwy z tych symptomów — biegunkę. Występowanie powyższych objawów może mieć charakter przejściowy i wiązać się z obecnością kwasicy ketonowej czy też okresowym pogorszeniem wyrównania metabolicznego cukrzycy [4].

U chorych na cukrzycę stwierdzono porównywalne ze zdrową populacją wartości tonicznego napięcia ściany proksymalnej części żołądka, jednak czynność perystaltyczna tej części żołądka najczę-

ściej jest spowolniona [4, 5]. Mechaniczne mieszanie i rozdrabnianie treści pokarmowej oraz opróżnianie zawartości żołądka zależy od ruchów perystaltycznych, generowanych w 2/3 dystalnej części żołądka.

Wyróżnia się dwa rodzaje aktywności mioelektrycznej żołądka — podstawowy rytm żołądkowy (BER, *basal electrical rythm*) oraz potencjały czynnościowe.

Rozrusznik odpowiedzialny za generowanie elektrycznych impulsów, stanowiących podłoże czynności perystaltycznej, jest zlokalizowany na krzywiznie większej żołądka. Miocyty w tej okolicy cechują się zmiennym potencjałem błonowym i wykazują rytmiczne wahania potencjału o częstości 3 c./min. Elektryczna fala depolaryzacji o tej częstotliwości rozchodzi się promieniście od rozrusznika w kierunku odźwiernika i dwunastnicy [6, 7]. Podstawowy rytm żołądkowy sam nie jest zdolny do rozpoczęcia skurczu mięśniowego, ale tylko w fazie depolaryzacji BER mogą pojawić się potencjały czynnościowe bezpośrednio aktywujące błonę mięśniową do skurczu. Na opisane fale wolne nakładają się ostre fale iglic, generowane na drodze nerwowej bądź uruchamiane za pośrednictwem czynności neurohormonalnej. Takie nałożenie się ostrych pobudzeń na podstawową czynność mioelektryczną decyduje o wystąpieniu skurczów warstwy okrężnej i podłużnej mięśniówki gładkiej odpowiedzialnych za czynność perystaltyczną [8]. Ponieważ w prawidłowych warunkach częstotliwość fal wolnych w żołądku wynosi 3 c./min, również maksymalna częstotliwość fali perystaltycznej w żołądku może wynosić tyle samo. Czynność motoryczna żołądka i jelita cienkiego zależy w głównej mierze od tego, czy pacjent jest na czczo, czy też po posiłku.

Hiperglikemia jest niezależnym od neuropatii czynnikiem wpływającym na spowolnienie czynności motorycznej dystalnego odcinka żołądka, jak również, co jest sugerowane przez wielu autorów, wpływa na obniżenie osoczkowego stężenia motyliny [4, 7, 9–11].

Istnieją doniesienia, że poza ogólnie przyjętym i powszechnie akceptowanym obniżeniem czynności motorycznej dystalnej części żołądka u chorych z neuropatią cukrzycową [1, 12] u części pacjentów występuje długotrwały okres utrwalonej, przyspieszonej czynności motorycznej, która nie wiąże się z czynnością wędrującego kompleksu bioelektryczno-motorycznego (MMC, *myoelectric-motor migrating complex*) [13]. Wspomniane zaburzenia czynności motorycznej prowadzą również do upośledzonego opróżniania żołądka. Występowanie przyspieszonej

czynności motorycznej tłumaczy się jako konsekwencję śródściennej aberacji czynności motorycznej związanej z odnerwieniem w zakresie układu sympatycznego [11].

Elektrogastrografia jest przydatnym narzędziem w różnicowaniu pacjentów z gastroparą i osób z prawidłową czynnością motoryczną żołądka. Cechą charakterystyczną prawidłowego zapisu są regularne wolne fale żołądkowe, przy występujących sporadycznie zaburzeniach rytmu [14–17]. Natomiast u chorych z gastropatią zaburzenia rytmiki czynności mioelektrycznej są zjawiskiem bardzo częstym [9]. Zaobserwowano również, że zaburzeniom rytmu towarzyszy obniżona motoryka żołądka. Zaburzenia zapisu elektrogastrograficznego u chorych z gastroparą klasyfikuje się jako:

- dysrytmie w okresie przedposiłkowym, przy prawidłowym zapisie elektrogastrograficznym w okresie poposiłkowym;
- prawidłowy zapis elektrogastrograficzny w okresie przedposiłkowym przy istniejących zaburzeniach rytmu w okresie poposiłkowym;
- zaburzenia rytmu występujące zarówno w okresie przed-, jak i poposiłkowym;
- prawidłowy zapis elektrogastrograficzny, któremu towarzyszy obniżona amplituda po stałych posiłkach testowych [19].

Jak wynika z powyższej klasyfikacji, zaburzenia zapisu elektrogastrograficznego mogą występować zarówno na czczo, jak i po posiłkach. W związku z powyższym badanie elektrogastrograficzne powinno obejmować oba okresy.

## Materiał i metody

Badaniem objęto 106 chorych na cukrzycę typu 1. Osoby do badania rekrutowano losowo pacjentów Regionalnej Poradni Diabetologicznej przy Katedrze i Klinice Chorób Metabolicznych *Collegium Medicum* Uniwersytetu Jagiellońskiego.

Zapisu czynności mioelektrycznej żołądka dokonywano przy użyciu aparatu Digitraper EGG OS wersja 03.00 (Synectics Medical AB Szwecja). Digitraper EGG wraz z komputerem PC oraz oprogramowaniem umożliwia zapis i odczyt czynności mioelektrycznej żołądka. Zapisu dokonywano przy częstotliwości próbkowania 4 Hz (4 próbki na sekundę).

Przeprowadzone badania elektrogastrograficzne pozwoliły na ustalenie procentowego udziału częstotliwości w przedziałach częstotliwości 1,8–15 c./min.

Badaniami objęto zakresy częstotliwości:

- 1,8–2,0 c./min;
- 2,0–4,0 c./min;
- 4,0–10 c./min;
- 10–15 c./min.

Według danych z piśmiennictwa w prawidłowych warunkach procentowy udział częstotliwości w zakresie 2,0–4,0 c./min stanowi podstawową częstotliwość. Podstawowa częstotliwość czynności mioelektrycznej żołądka wynosi 3 c./min. W badaniach przedział częstotliwości w zakresie 2–4 c./min oznaczono jako C(2–4). Procentowy udział częstotliwości w zakresie 2–4 c./min był przedmiotem badania.

Ze względu na brak jednoznacznych norm wprowadzono grupę kontrolną jako odnośnik do wyników otrzymanych w badanej populacji.

Dla grupy kontrolnej średnia wartość procentowego udziału C(2–4) we wszystkich badanych zakresach częstotliwości wynosiła:

- dla okresu *pre* C — 96,4%;
- dla okresu *post* C — 98,8%.

Dla badanej populacji średnia wartość procentowego udziału C we wszystkich badanych zakresach częstotliwości wynosiła dla:

- dla okresu *pre* C — 85,4%;
- dla okresu *post* C — 89,3%.

Do dalszych badań otrzymane wyniki podzielono na 2 przedziały klasowe dla okresu przedposiłkowego (*pre*) i poposiłkowego (*post*), opierając się na wyliczonych wartościach średnich procentowego udziału częstotliwości C w okresie przedposiłkowym i poposiłkowym dla całej badanej populacji:

- okres *pre* C — powyżej 85%;
- okres *pre* C — mniejszy lub równy 85%;
- okres *post* C — powyżej 89%;
- okres *post* C — mniejszy lub równy 89%.

Podział ten stanowił podstawę rozdzielenia badanej populacji na 4 rozłączne podzbiory (grupy) spełniające następujące warunki:

- C1 — *pre* C powyżej 85% i *post* C powyżej 89%;
- C2 — *pre* C powyżej 85% i *post* C mniejszy lub równy 89%;
- C3 — *pre* C mniejszy lub równy 85% i *post* C powyżej 89%;
- C4 — *pre* C mniejszy lub równy 85% i *post* C mniejszy lub równy 89%.

Liczność grup oraz średnie wartości *pre* C(2–4) i *post* C(2–4) dla poszczególnych grup przedstawiono w tabeli 1.

Poza oceną charakterystyki przedziałów częstotliwości C(2–4), będącej podstawą podziału badanej populacji, na którym oparto całe badanie, dokonano również oceny zapisu elektrogastrograficznego na podstawie następujących parametrów:

- okresowej dominującej częstotliwości (PDF, *period dominant frequency*) [c./min];

**Tabela 1. Zestawienie średnich wartości procentowego udziału częstotliwości C w przedziale (2–4) c./min dla poszczególnych grup i całej badanej populacji**

Grupa	Liczba pacjentów	Średnia <i>pre</i> C	Średnia <i>post</i> C
C1	51	96,2	98,3
C2	17	94,7	69,1
C3	22	67,2	96,3
C4	9	51,4	64,2
Grupa kontrolna	20	96,4	98,8
Badana populacja	99	85,4	89,3

- okresowej dominującej mocy (PDP, *period dominant power*) [ $\text{mV}^2$ ];
- współczynnika niestabilności dominującej częstotliwości (DFIC, *dominant frequency instability coefficient*) (%);
- współczynnika niestabilności dominującej mocy (DPIC, *dominant power instability coefficient*) (%).

Wszystkie powyższe parametry rozpatrywano oddzielnie dla okresów przed- i poposiłkowego.

Podczas badań oznaczano wartość  $\text{HbA}_{1c}$  i na podstawie otrzymanych wyników pacjentów podzielono na dwie grupy, dla których stężenie  $\text{HbA}_{1c}$ :

- było mniejsze lub równe 7,5%;
- było większe niż 7,5%.

Stężenie  $\text{HbA}_{1c}$  równe 7,5%, stanowiące kryterium podziału, zostało wybrane arbitralnie w celu zróżnicowania grup pacjentów spełniających kryteria wyrównania cukrzycy i grupy chorych bez wyrównania.

Wszystkie powyższe parametry były podstawą oceny czynności mioelektrycznej żołądka pacjentów w badanej populacji.

## Wyniki

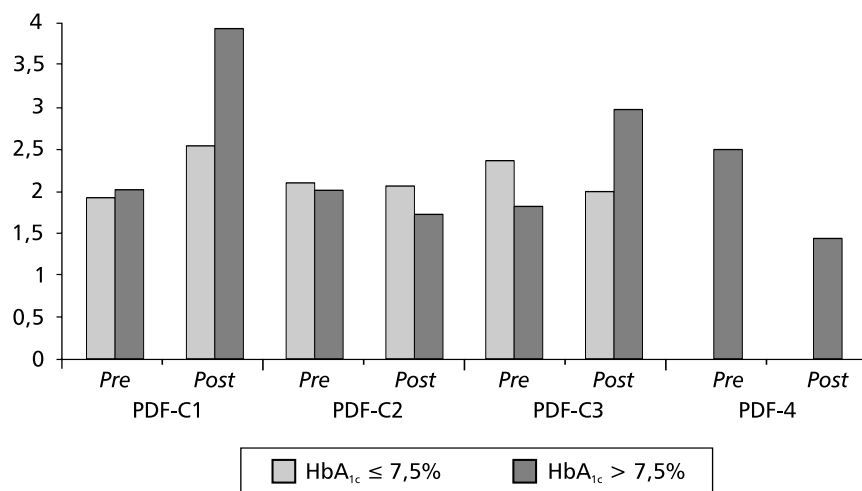
Otrzymane wyniki pomiarów parametrów EGG oraz  $\text{HbA}_{1c}$  badanych pacjentów były podstawą do wyliczenia wartości średnich oraz badania korelacji między wartościami  $\text{HbA}_{1c}$  i parametrami zapisu EGG, jak również zależności wartości *pre-post* dla badanych parametrów EGG.

### Średnie wartości PDF i PDP

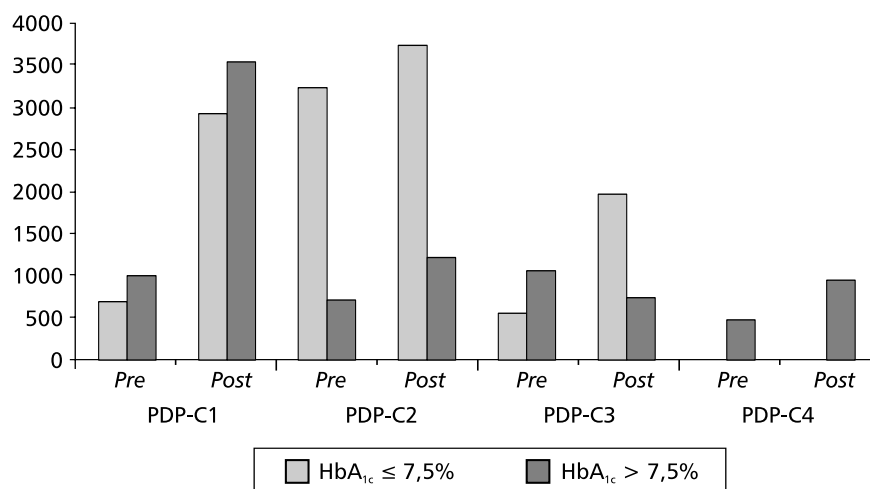
Wartości średnie parametrów PDF i PDP dla poszczególnych grup pacjentów C1–C4 przedstawiono na rycinach 1 i 2.

W grupie C1, a więc u pacjentów o czynności mioelektrycznej najbardziej zbliżonej do osób z grupy kontrolnej, stwierdzono:

- dla stężenia  $\text{HbA}_{1c}$  mniejszego lub równego 7,5% — wartości PDF w okresie *pre* oscylują w zakresie 1,75 c./min, natomiast w okresie *post* wstają do 2,25 c./min. Moc sygnału PDP w okresie *post* wzrasta prawie 5-krotnie, w porównaniu z wartością okresu *pre*;
- dla stężenia  $\text{HbA}_{1c}$  powyżej 7,5% — wartości PDF w okresie *pre* są porównywalne z wartościami PDF przy niskich stężeniach hemoglobiny glikowanej, natomiast w okresie *post* wzrastają do wartości 3,5 c./min. Moc sygnału PDP w okresie *pre* jest wyższa, w porównaniu z wartościami PDP przy niskim stężeniu hemoglobiny glikowanej w okresie *post*; moc sygnału również wzrasta i jest prawie 3,5-krotnie wyższa od okresu *pre*.



**Rycina 1. Średnie wartości okresowej dominującej częstotliwości (PDF)**



Rycina 2. Średnie wartości okresowej dominującej częstotliwości (PDF)

Można przypuszczać, że w grupie C1, reprezentującej pacjentów o zapisie czynności mioelektrycznej żołądka najbardziej zbliżonym do prawidłowego:

- istnieje pewna zależność między dominującą częstotliwością PDF a mocą sygnału PDP w okresie *pre* i *post* zarówno przy niskich, jak i wysokich wartościach HbA<sub>1c</sub>;
- zwiększone częstotliwości PDF i wartości mocy sygnału PDP występują przy wyższych stężeniach HbA<sub>1c</sub>.

W grupie C2 dla stężenia HbA<sub>1c</sub> mniejszego lub równego 7,5% wartości PDF oscylują w zakresie 2 c./min zarówno w okresie *pre*, jak i *post*, natomiast PDP jest bardzo wysoka w obu okresach.

W przypadku stężenia HbA<sub>1c</sub> powyżej 7,5% wartości PDF są porównywalne z wartościami PDF przy niskich stężeniach HbA<sub>1c</sub>, ale moc tych sygnałów jest bardzo niska w porównaniu z PDP przy niskich wartościach hemoglobiny glikowanej.

Można przypuszczać, że u pacjentów z wysokimi wartościami procentowego udziału częstotliwości w okresie *pre* C(2–4) i niskimi w okresie *post* C(2–4) stężenie HbA<sub>1c</sub> nie wpływa na okresową dominującą częstotliwość PDF w okresie *pre* i *post*. Natomiast moc sygnału PDP przy wysokich wartościach hemoglobiny glikowanej ulega osłabieniu i jest zdecydowanie niższa w obu okresach.

W grupie C3 dla stężeń HbA<sub>1c</sub> mniejszych lub równych 7,5% średnia wartość PDF wynosi około 2 c./min w okresie *pre* i *post*, z tym że w okresie *pre* jest nieznacznie wyższa. Mała moc sygnału PDP w okresie *pre* wzrasta znacząco w okresie *post*.

W przypadku stężenia HbA<sub>1c</sub> powyżej 7,5% wartości PDF, porównywalne z grupami C1 i C2 w okresie *pre*, w okresie *post* wzrastają do ponad 2,5 c./min. Moc sygnału PDP w obu okresach jest niewielka, a w okresie *post* nawet maleje.

Można przypuszczać, że w grupie C3 przy niskich wartościach HbA<sub>1c</sub> i przy podobnych wartościach PDF zarówno w okresie *pre*, jak i *post* w okresie *post* następuje wzrost mocy sygnału, natomiast przy wysokich stężeniach hemoglobiny glikowanej mimo wzrostu PDF w okresie *post* następuje spadek mocy sygnału PDP.

W grupie C4 nie było pacjentów z wartościami HbA<sub>1c</sub> mniejszymi lub równymi 7,5%. Dla HbA<sub>1c</sub> powyżej 7,5% wartości PDF w okresie *pre* oscylują wokół wartości 2 c./min, natomiast w okresie *post* znacznie się obniżają. Moc sygnału PDP w okresie *pre* jest bardzo niska (najniższa dla wszystkich rozpatrywanych grup); wprawdzie w okresie *post* wzrasta 2-krotnie, ale nadal jest bardzo mała.

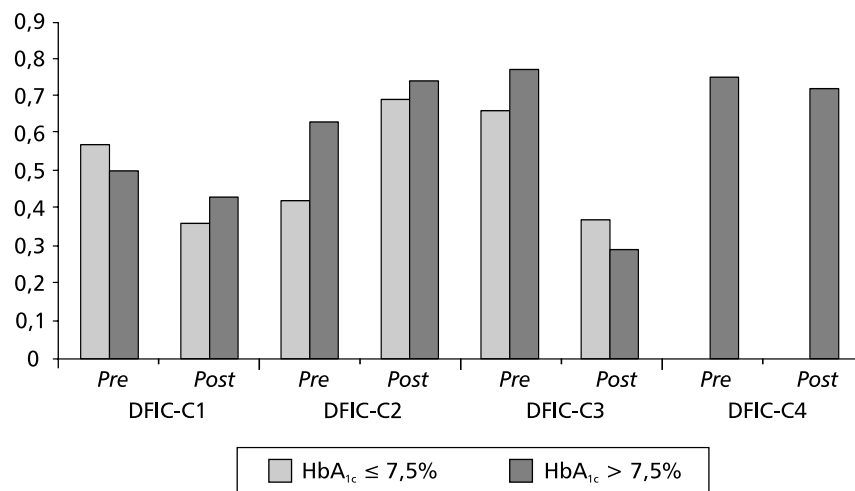
W grupie C1 wyższe wartości PDF i PDP występują przy wyższych stężeniach HbA<sub>1c</sub> zarówno w okresie *pre*, jak i *post*.

W pozostałych grupach wysokiemu stężeniu HbA<sub>1c</sub> towarzyszy spadek mocy PDP.

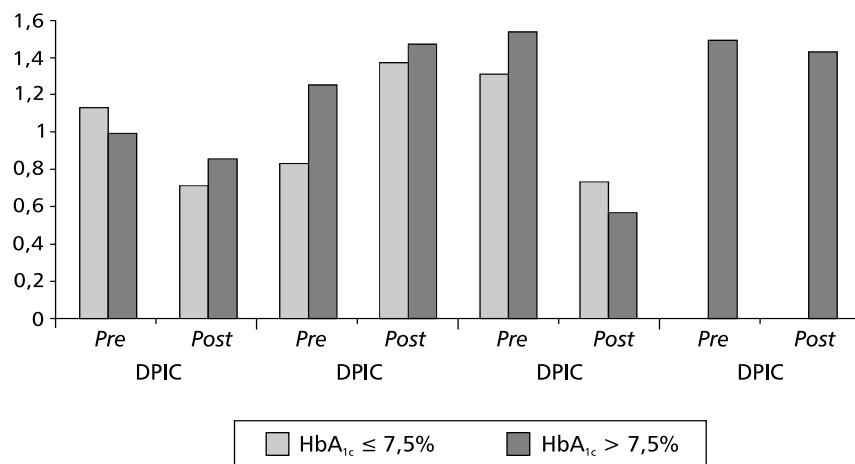
### Średnie wartości DFIC i DPIC

Wartości średnie DFIC i DPIC dla poszczególnych badanych grup przedstawiono na rycinach 3 i 4.

W grupie C1 średnie wartości DFIC i DPIC zarówno w okresie *pre*, jak i *post* są ze sobą porównywalne dla wysokich i niskich stężeń HbA<sub>1c</sub>. Zauważalny jest spadek wartości DFIC i DPIC w okresie *post*,



Rycina 3. Średnie wartości współczynnika niestabilności dominującej częstotliwości (DFIC)



Rycina 4. Średnie wartości współczynnika niestabilności dominującej mocy (DPIC)

w stosunku do okresu *pre* — zarówno przy wysokich, jak i niskich stężeniach HbA<sub>1c</sub>.

Można przypuszczać, że w grupie tej podanie posiłku działa stabilizująco i obniża wartości DFIC i DPIC w okresie *post* — zarówno przy wysokim, jak i przy niskim stężeniu HbA<sub>1c</sub>.

W grupach C2–C4 sytuacja jest bardziej skomplikowana. W grupie C2 porównanie okresów *pre* i *post* wykazuje wzrost współczynników niestabilności DFIC w okresie *post*, przy czym dla wysokich stężeń HbA<sub>1c</sub> wzrost ten jest większy. Wartości DPIC w okresie *pre* i *post* są bardzo zbliżone oraz porównywalne dla wysokich i niskich wartości hemoglobiny glikowanej. Dla niskich stężeń HbA<sub>1c</sub> moc sygnału jest bardziej ustabilizowana.

W grupie C3, podobnie jak w C1, w okresie *post* występuje zmniejszenie wartości DFIC i DPIC,

a zatem zwiększa się stabilizacja. Wielkości DFIC i DPIC zarówno w okresie *pre*, jak i *post* są porównywalne przy wysokich i niskich stężeniach HbA<sub>1c</sub>.

Grupa C4, o dużym stężeniu HbA<sub>1c</sub>, charakteryzuje się wysokimi wartościami DFIC i DPIC (duża niestabilność), a także porównywalnymi znacznymi wartościami w okresach *pre* i *post* dla DFIC wzrostem dla DPIC.

Wartości DFIC w grupach C1–C3 są nieco wyższe przy dużych stężeniach HbA<sub>1c</sub>, chociaż dla okresów *pre* i *post* wstępuje pewne zróżnicowanie. Grupę C4 charakteryzują wysokie wartości DFIC, przy czym są one porównywalne w obu okresach.

Wnioskowanie na podstawie średnich wartości daje pewne ogólne informacje o badanych populacjach. Można przypuszczać, że bardziej dokładne informacje mogłyby przynieść badania, w któ-

Tabela 2. Korelacje *pre-post*

Grupa	Przedziały	C(2–4)		PDF		PDP		DFIC		DPIC	
		Pre	Post	Pre	Post	Pre	Post	Pre	Post	Pre	Post
C1	HbA <sub>1c</sub> ≤ 7,5	0,43	(0,05)	*		*		*		0,39	(0,05)
C1	HbA <sub>1c</sub> > 7,5	*		0,61	(0,05)	*		*		0,38	(0,05)
C2	HbA <sub>1c</sub> ≤ 7,5	*		*		*		*		*	
C2	HbA <sub>1c</sub> > 7,5	*		0,86	(0,05)	0,89	(0,05)	*		*	
C3	HbA <sub>1c</sub> ≤ 7,5	*		*		*		0,64	(0,05)	*	
C3	HbA <sub>1c</sub> > 7,5	*		*		*		*		*	
C4	HbA <sub>1c</sub> ≤ 7,5	*		*		*		*		*	
C4	HbA <sub>1c</sub> > 7,5	0,72	(0,05)	*		*		*		*	

PDF (*period dominant frequency*) — okresowa dominująca częstotliwość; PDP (*period dominant power*) — okresowa dominująca moc; DFIC (*dominant frequency instability coefficient*) — współczynnik niestabilności dominującej częstotliwości; DPIC (*dominant power instability coefficient*) — współczynnik niestabilności dominującej mocy; \*korelacje, dla których poziom istotności wynosił powyżej 0,05 lub dla których nie stwierdzono korelacji

rych oprócz podziału na grupy C1–C4 ze względu na procentowy udział częstotliwości w przedziale C(2–4) uwzględniono by poszczególne przedziały ich wartości, a więc istniałaby możliwość skonfrontowania z „bradygastrią i tachygastrią”.

#### Korelacje wartości *pre-post* parametrów EGG

W tabeli 2 przedstawiono wyniki badań korelacji *pre-post* poszczególnych parametrów zapisu EGG, w zależności od wielkości stężeń HbA<sub>1c</sub>. Zaprezentowane w tabeli wartości odpowiadają wartościom współczynników korelacji przy poziomie istotności 0,05.

Stwierdzone występowanie korelacji *pre-post* w grupach C1 i C4 dla częstości podstawowej C(2–4), czyli zarówno przy wysokich, jak i niskich stężeniach hemoglobiny, może sugerować, że ich występowanie nie wiąże się z wartościami HbA<sub>1c</sub>. Podobnie przedstawiają się korelacje *pre-post* dla DPIC w grupie C1 dla niskich i wysokich stężeń hemoglobiny.

Tę zależność można jednak interpretować w nieco odmienny sposób — jako brak wpływu hemoglobiny glikowanej na w pełni sprawny system regulacji czynności mioelektrycznej żołądka (grupa kontrolna i grupa C1, pacjenci bez neuropatii przewodu pokarmowego). Podobnie brak wpływu hemoglobiny glikowanej zaznaczałby się przy znacznym bądź całkowitym uszkodzeniu regulacji czynności mioelektrycznej żołądka, jak w grupie C4.

Występowanie korelacji *pre-post* przy wysokich stężeniach hemoglobiny glikowanej dla PDF i PDP w grupach C1 i C2 może sugerować pewną rolę wysokich wartości C(2–4) w okresie *pre* dla występowania korelacji.

Na podstawie otrzymanych wyników można sądzić, że w pozostałych grupach z zaburzonymi częstościami *pre* i *post* C(2–4) stwierdzone korelacje nie zależą od HbA<sub>1c</sub>, ale są uwarunkowane innymi czynnikami.

#### Korelacje HbA<sub>1c</sub> z parametrami zapisu EGG

W tabeli 3 przedstawiono wyniki badań korelacji HbA<sub>1c</sub> z poszczególnymi parametrami zapisu EGG dla różnych przedziałów wartości hemoglobiny glikowanej. Przedstawione wartości odpowiadają wartościom współczynników korelacji przy poziomie istotności 0,05.

Charakterystyczny jest fakt, że stwierdzono korelacje HbA<sub>1c</sub> z częstościami C(2–4) w grupach C1 i C4, podobnie jak korelacje *pre-post* w tych grupach.

W grupie C1 występuje korelacja dodatnia niskich wartości HbA<sub>1c</sub> z wartościami *post* C(2–4), a w grupie C4 (wysokie wartości HbA<sub>1c</sub>) — ujemna korelacja z wartościami *post* C(2–4).

Można sądzić, że korelacja *pre-post* dla C(2–4) zależy przede wszystkim od stosunku *pre-post*: wysokie–wysokie i niskie–niskie; wówczas HbA<sub>1c</sub> przy wysokich koreluje dodatnio, a przy niskich ujemnie.

W pozostałych grupach o zróżnicowanych wartościach *pre-post* dla C(2–4) wzrost stężenia HbA<sub>1c</sub> stymuluje redukcję podstawowej częstości C(2–4), obniża *pre* PDF i *pre* DFIC. Ponadto w grupie C1 przy małych stężeniach HbA<sub>1c</sub> niska wartość hemoglobiny glikowanej koreluje ujemnie z *post* DPIC, czyli ma wpływ stabilizujący.

W badanych korelacjach istotną informacją jest znak korelacji, który jest zmienny, co oznacza, że na badane parametry wpływa jakiś inny czynnik, którego nie uwzględniono w badaniu.

Tabela 3. Korelacje HbA<sub>1c</sub> z parametrami EGG

Grupa	Przedziały	C(2–4)		PDF		PDP		DFIC		DPIC	
		Pre	Post	Pre	Post	Pre	Post	Pre	Post	Pre	Post
C1	HbA <sub>1c</sub> ≤ 7,5	*	0,39	*	*	*	*	*	(-)0,42	*	*
C1	HbA <sub>1c</sub> > 7,5	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
C2	HbA <sub>1c</sub> ≤ 7,5	(-)0,62	*	*	*	*	*	*	*	*	*
C2	HbA <sub>1c</sub> > 7,5	*	(-)0,63	*	*	*	*	(-)0,76	*	*	*
C3	HbA <sub>1c</sub> ≤ 7,5	*	*	(-)0,61	*	0,77	*	*	*	*	*
C3	HbA <sub>1c</sub> > 7,5	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
C4	HbA <sub>1c</sub> ≤ 7,5	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
C4	HbA <sub>1c</sub> > 7,5	*	(-)0,69	*	*	*	*	*	*	*	*

PDF (*period dominant frequency*) — okresowa dominująca częstotliwość; PDP (*period dominant power*) — okresowa dominująca moc; DFIC (*dominant frequency instability coefficient*) — współczynnik niestabilności dominującej częstotliwości; DPIC (*dominant power instability coefficient*) — współczynnik niestabilności dominującej mocy; \*korelacje, dla których poziom istotności był wyższy niż 0,05 lub dla których nie stwierdzono korelacji

Można przypuszczać, że w warunkach zbliżonych do prawidłowych w grupie C1 wartości HbA<sub>1c</sub> wpływają na wzrost częstości C(2–4) w okresie *post*, natomiast w grupie C4 odwrotnie — jeszcze bardziej ją obniżają.

W grupie C2 niskie wartości HbA<sub>1c</sub> są ujemnie skorelowane z *pre* C(2–4), natomiast wysokie stężenia hemoglobiny glikowanej są również skorelowane ujemnie, ale z *post* C(2–4). To może sugerować, że dla zróżnicowanych wartości *pre–post* hemoglobina glikowana wpływa na obniżenie częstości C(2–4). Może to również świadczyć, że wysokie stężenia hemoglobiny glikowanej korelują ze spadkiem częstotliwości C(2–4), ale tylko w warunkach nieprawidłowego układu *pre–post* dla C(2–4).

## Dyskusja

Analiza otrzymanych wyników wykazuje, że istotne znaczenie w ocenie czynności mioelektrycznej żołądka ma stosunek wartości parametrów *pre* do *post* ( $Q = \text{pre/post}$ ).

W badanej grupie pacjentów C1 dla parametrów badań elektrogastrograficznych (DFIC, PDF, DPIC, PDP) stwierdzono:

- wyższe średnie wartości *pre* od wartości *post* dla DFIC i DPIC ( $Q = \text{pre/post} > 1$ );
- niższe średnie wartości *pre* od wartości *post* dla PDF i PDP ( $Q = \text{pre/post} < 1$ );
- wyższe wartości parametrów przy wysokich stężeniach hemoglobiny glikowanej (HbA<sub>1c</sub> > 7,5%) od wartości parametrów przy niskich stężeniach hemoglobiny glikowanej (HbA<sub>1c</sub> ≤ 7,5%).

Osoby z grup C2–C4 są pacjentami ze zróżnicowanymi wartościami procentowego udziału częstotliwości w przedziale C(2–4) c./min w okresach

*pre* i *post*, czyli z różnego stopnia zaburzeniami zapisu elektrogastrograficznego w okresie *pre* lub *post* albo w obu okresach.

W grupie tej wyniki badań parametrów DFIC i PDF wykazały zależność stosunku  $Q = \text{pre/post}$  dla DFIC i dla PDF od wartości *post* C(2–4) c./min:

- jeżeli *post* C(2–4) c./min jest mniejsze lub równe 89%, wówczas dla DFIC wartość  $Q$  wynosi poniżej 1 (średnie wartości *pre* DFIC < średnie wartości *post* DFIC) i dla PDF wartość  $Q$  wynosi powyżej 1 (średnie wartości *pre* PDF > średnie wartości *post* PDF) (C2);
- jeśli *post* C(2–4) c./min wynosi powyżej 89%, wówczas dla DFIC wartości  $Q$  jest wyższa niż 1 i dla PDF wartości  $Q$  jest mniejsza od 1 (C3);
- jeżeli *post* C(2–4) c./min jest mniejsze lub równe 89% i *pre* C(2–4) c./min jest mniejsze lub równe 85%, wówczas dla DFIC wartość  $Q$  wynosi powyżej 1 i dla PDF wartości  $Q$  są większe niż 1 (C4).

Na podstawie powyższych obserwacji można wyprowadzić uogólnienie: wartości  $Q$  poniżej 1 dla PDF i wartości  $Q$  powyżej 1 dla DFIC wskazują na stabilizację zmienności zapisu elektrogastrograficznego w okresie poposiłkowy, czego dowodem jest wysoki procentowy udział częstotliwości w przedziale C(2–4) c./min (> 89%).

Wartości  $Q$  powyżej 1 dla PDF i wartości  $Q$  poniżej 1 dla DFIC wskazują na destabilizację zmienności zapisu elektrogastrograficznego w okresie poposiłkowy, czego dowodem jest niski procentowy udział częstotliwości w przedziale C(2–4) c./min mniejszy lub równy 89%.

Innymi słowy, znak różnicy między wartościami *pre* i *post* dla PDF i DFIC wskazuje na stabilizację lub destabilizację zapisu elektrogastrograficznego.



W badaniach parametrów DPIC i PDP wykazano również zależność stosunku  $Q = \text{pre/post}$  dla DPIC i dla PDP od wartości *post* C(2–4) c./min.

Dla parametru DPIC przy niskich wartościach częstotliwości w okresie *pre* i *post* [*pre* C(2–4) c./min  $\leq 85\%$  i *post* C(2–4) c./min  $\leq 89\%$ ; grupa C4] wartość  $Q$  wynosi poniżej 1, natomiast dla pozostałych przedziałów wartości częstotliwości *pre* i *post* wartość  $Q$  jest większa od 1 (grupy C1–C3).

Dla parametru PDP sytuacja jest bardziej skomplikowana, ponieważ wartości stosunku  $\text{pre/post} = Q$  wiążą się również ze stężeniami hemoglobiny glikowanej:

- jeżeli *post* C(2–4) c./min wynosi ponad 89% i  $\text{HbA}_{1c}$  jest mniejsze lub równe 7,5%, wówczas dla PDP wartości  $Q$  są mniejsze niż 1 (C3);
- jeżeli *post* C(2–4) c./min wynosi ponad 89% i  $\text{HbA}_{1c}$  jest wyższe niż 7,5%, wówczas dla PDP wartości  $Q$  są większe od 1 (C3),
- jeżeli *post* C(2–4) c./min jest mniejsze lub równe 89% i  $\text{HbA}_{1c}$  jest mniejsze lub równe 7,5%, wówczas dla PDP wartości  $Q$  wynoszą ponad 1 (C2);
- jeżeli *post* C(2–4) c./min jest mniejsze lub równe 89% i  $\text{HbA}_{1c}$  jest większe niż 7,5%, wówczas dla PDP wartości  $Q$  są mniejsze od 1 (C2).

Na podstawie przeprowadzonych obserwacji można zatem stwierdzić, że:

- wartości  $Q$  poniżej 1 dla PDP występują przy wysokim stężeniu hemoglobiny glikowanej ( $\text{HbA}_{1c} > 7,5\%$ ) i niskich wartościach *post* C(2–4) c./min ( $\leq 89\%$ ) oraz przy niskich stężeniach hemoglobiny glikowanej ( $\text{HbA}_{1c} \leq 7,5\%$ ) i wysokich wartościach *post* C(2–4) c./min ( $> 89\%$ );
- wartości  $Q$  powyżej 1 dla PDP występują przy wysokim stężeniu hemoglobiny glikowanej ( $\text{HbA}_{1c} > 7,5\%$ ) i wysokich wartościach *post* C(2–4) c./min  $> 89\%$  oraz przy niskich stężeniach hemoglobiny glikowanej ( $\text{HbA}_{1c} \leq 7,5\%$ ) i niskich wartościach *post* C(2–4) c./min ( $\leq 89\%$ ).

Uwzględniając wcześniej omówione wartości parametrów DFIC i PDF, można stwierdzić, że:

- przy niskich wartościach hemoglobiny glikowanej ( $\text{HbA}_{1c} \leq 7,5\%$ ) i wysokich wartościach *post* C(2–4) c./min wartości parametrów DFIC, PDF, DPIC, PDP zachowują się podobnie jak u pacjentów w grupie C1, z przedziału o niskich wartościach hemoglobiny glikowanej;
- przy wysokich stężeniach hemoglobiny glikowanej ( $\text{HbA}_{1c} > 7,5\%$ ) oraz niskich wartościach *post* C(2–4) c./min wartości parametrów DPIC i PDP zachowują się podobnie jak u pacjentów w grupie C1, o wysokim stężeniu hemoglobiny glikowanej.

Zatem czynnikami decydującymi o wartości współczynnika  $Q$  dla PDP prawdopodobnie są war-

tości *post* C(2–4) c./min i hemoglobiny glikowanej [1–3, 5–8, 10–13, 16, 18].

Oddzielnego omówienia wymagają osoby z grupy C4. U pacjentów tej grupy z niskimi wartościami *pre* C (2–4) c./min i niskimi wartościami *post* C (2–4) c./min (C4) stwierdzono:

- dla parametrów DFIC i PDF — wartość współczynnika  $Q$  powyżej 1;
- dla parametrów DPIC i PDP — wartość współczynnika  $Q$  poniżej 1;
- dla całej grupy wysokie stężenie hemoglobiny glikowanej ( $\text{HbA}_{1c} > 7,5\%$ ).

Przy wysokich stężeniach  $\text{HbA}_{1c}$  oraz niskich wartościach *pre* i *post* C(2–4) c./min występuje więc całkowite zaburzenie wszystkich parametrów elektrogastrograficznych.

## PIŚMIENNICTWO

1. Fox S., Behar J. Pathogenesis of diabetic gastroparesis: a pharmacological study. *Gastroenterology* 1980; 78: 757.
2. Horowitz M., Fraser R. Disordered gastric motor function in diabetes mellitus. *Diabetologia* 1994; 37: 543.
3. Mearin F., Malagelada J.R. Gastroparesis and dyspepsia in patients with diabetes mellitus. *European Journal of Gastroenterology and Hepatology* 1995; 7: 717.
4. Erbas T., Varoglu E., Erbas B., Tastekin G., Akalin S. Comparison of metoclopramide and erythromycin in the treatment of diabetic gastroparesis. *Diabetes Care* 1993; 16: 1511.
5. Malagelada J.R., Rees W.D.W., Mazzotta L.J. Gastric motor abnormalities in diabetic and postvagotomy gastroparesis: effect of metoclopramide and bethanechol. *Gastroenterology* 1980; 78: 289.
6. Chen J., McCallum R.W. Clinical significance of electrogastronomy. *Motility* 1993; 22: 7.
7. You C.H., Chey W.Y. Study of electromechanical activity of the stomach in human and dogs with particular attention to tachygastria. *Gastroenterology* 1984; 86: 1460.
8. Chen J., McCallum R.W. Principles of electrogastronomy. *Motility* 1993; 23: 15.
9. Bortolotti M., Sarti P., Barara L. Gastric myoelectric activity in patients with chronic idiopathic gastroparesis. *Journal of Gastrointestinal Motility* 1990; 2: 104.
10. Kong M.F., McDonnell I.A., Tattersall R.B. Gastric emptying in diabetes. *Diabet. Med.* 1996; 13: 112.
11. May J.R., Goyal K.R. Effect of diabetes mellitus on the digestive system. *Joslin's Diabetes*. Kahn C.R., Weir G.C. Lea & Febiger, Pennsylvania 1997; 922.
12. Horowitz M., Wishart J.M., Jones K.L., Hebbard G.S. Gastric emptying in diabetes: an overview. *Diabet. Med.* 1996; 13: S16.
13. Cartot A., Philips S.F., Malagelada J.R. Gastric emptying of liquids after ingestion of a solid-liquid meal in human. *Gastroenterology* 1981; 80: 922.
14. Abel T.L., Camilleri M., Hench V.S. Gastric electromechanical function and gastric emptying in diabetic gastroparesis. *European Journal of Gastroenterology and Hepatology* 1991; 3: 163.
15. Geldof H., van der Blakenstein M. Electrogastrographic study of gastric myoelectrical activity in patients with unexplained nausea and vomiting. *Gut* 1986; 26: 799.
16. Koch K.L., Stern R.M., Steward W.R. Gastric emptying and gastric myoelectrical activity in patients with diabetic gastroparesis. Effect of long term domperidone treatment. *Am. J. Gastroenterol.* 1989; 84: 1069.
17. Stern R.M., Koch K.L., Steward W.R. Spectral analysis of tachygastria recorded during motion sickness. *Gastroenterology* 1987; 92: 92.